Časopis pro pěstování mathematiky a fysiky

Karel Vodička

O geometrických a fysikálních methodách k určení parallaxy sluneční. [V.]

Časopis pro pěstování mathematiky a fysiky, Vol. 41 (1912), No. 1, 69--74

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/122210

O geometrických a fysikálních methodách k určení parallaxy sluneční.

Napsal Dr. **Karel Vodička.**

(Pokračování z ročníku 40.)

Parallaxa sluneční stanovená z přechodů Venuše. *Přechody dolních planet.* Vzhledem k velké důležitosti přesné znalosti parallaxy sluneční nesmí astronomie opomenouti žádné příležitosti k jejímu stanovení, a za nejvýhodnější prostředek dlouho byl považován přechod dolních planet Merkura a Venuše přes kotouč sluneční. Přechody ty mohou nastati blízko uzlových bodů drah, kde šířka planety (ekliptikální souřadnice) může býti menší než poloměr sluneční; poněvadž délka uzlu výstupného pro Merkura obnáší $46\frac{1}{2}^0$, může jeho přechod nastati počátkem května a listopadu a vzhledem k dosti rychlému oběhu jeho opakuje se v periodě 7, přesněji 13ti a 33ti let. Pro Venuši délka uzlu výstupného obnáší asi 75^0, může tedy přechod nastati počátkem června nebo prosince a opakuje se v periodě 8, $121\frac{1}{2}$. 8, $105\frac{1}{2}$ let.

Obě dolní planety nehodí se stejně dobře k naznačenému účelu; Merkur totiž v dolní konjunkci jest od země vzdálen průměrně 0·613, Venuše 0·277 astronomických jednotek. Je-li tedy p_m parallaxa Merkura, p_v parallaxa Venuše, jest dle rovnice (33) $p_m = 1{\cdot}6\pi_0$, $p_v = 3{\cdot}6\pi_0$. Při přechodu pozorujeme relativní posunutí planety vůči slunci, ježto nepromítáme planetu na oblohu — do nekonečna — nýbrž na kotouč sluneční, který se též o svoji parallaxu posune, a pozorování dají tedy rozdíly parallax planety a Slunce. Ježto však $p_m - \pi_0 = 0{\cdot}6\pi_0$, $p_v - \pi_0 = 2{\cdot}6\pi_0$, jest patrno, že chyba v $p_m - \pi_0$ se $\frac{5}{3}$krát zvětšuje, kdežto v $p_v - \pi_0$ se téměř 3krát zmenšuje v parallaxe sluneční, a jest tedy přechod Venuše $\frac{2{\cdot}6}{0{\cdot}6} = 4$krát příznivější než přechod Merkura; proto užívá se k stanovení parallaxy sluneční výhradně jen Venuše, ač úkaz přechodu Venuše jest opět vzácnější.

Stanovíme-li tedy nějakým způsobem $p_v - \pi_0$, jest tím úloha řešena, ježto poměr $\frac{p_v}{\pi_0}$ známe ze třetího zákona Keplerova a pro Venuši obnáší asi 0·277. *Kepler* byl první, který vypracovav první tabulky planetární dle soustavy Koperníkovy — tabulky rudolfinské — ukázal na jejich základě, že se Merkur a Venuše objeví někdy na desce sluneční jako tmavé skvrny pohybující se od východu na západ, a přechod pro Venuši předpověděl pro rok 1631 a 1761. První přechod pozorován nebyl, za to však pozorován byl r. 1639. *Horrov* a *Grabtree* pozorovali týž úkaz, upotřebili ho však jen k změření průměru Venuše. Teprve když *Halley* (Methodus singularis, qua Solis parallaxis sive distantia a Terra ope Veneris infra Solem conspiciendae tuto determinari poterit. Phil. Trans. 1716) uvedl výhody tohoto úkazu k stanovení parallaxy sluneční, platila methoda ta až do nejnovějších dob za nejlepší a při přechodech r. 1761, 1769, 1874 a 1882 plnila astronomy tak velikými nadějemi, že ostatních method téměř zanedbávali.

Zajímavý úkaz ten můžeme si představiti na globu. Pomocí efemeridy Venuše můžeme vypočítati jednotlivé okamžiky — fase — úkazu pro střed zemský a stanoviti tak ona místa na povrchu zemském, která pro ony fase budou míti Slunce v zenitu, která by tedy s povrchu zemského viděla úkaz ten tak jako ze středu Země. Markantními jsou fase vnějších a vnitřních doteků, které postupně označíme V_1, V_2, V_3, V_4 a místa na Zemi, která pro ně mají Slunce v zenitu, označme A_1, A_2, A_3, A_4. Nakreslíme-li pak na globu největší kruhy, které body A mají za póly, vymezí první kruh ona místa, která vidí začátek úkazu, poslední pak ona místa, která vidí konec zjevu. Tím zeměkoule se rozdělí na čtyry sektory, z nichž jeden vidí celý úkaz, druhý jen začátek, třetí jen konec a pro čtvrtý jest přechod vůbec neviditelný.

V místech, kde první a poslední kruh se protnou, uvidí pozorovatel začátek úkazu právě při východu a konec při západu slunce nebo naopak, uchýlí-li se však směrem některého sektoru, vidí již jen některou dříve jmenovanou fasi.

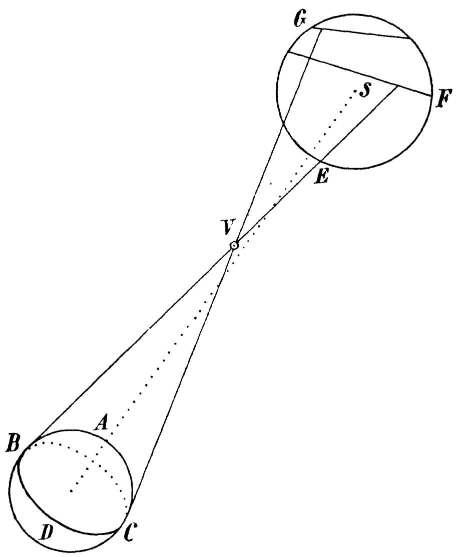
Pro methody *kontaktní*, které dále budou rozebrány, budou ona místa povrchu zemského pro pozorování nejvýhodnější, pro která rozdíl pozorovaných dob přechodů bude největší, ježto tento rozdíl jest mírou přesnosti pro stanovenou parallaxu. Pro jistou fasi V položme (obr. 6.) středem Venuše, Slunce a Země rovinu, která protne Zemi v kruhu ABC, Slunce v kruhu EFG; pro fasi tu mějž bod A Slunce v zenitu a kruh BDC mějž bod A za pól. Tím vymezena viditelnost fase a jest patrno, že pro bod B bude průmět dráhy Venuše (při sev. šířce) na kotouči slunečním maximální, pro bod C minimální, a že tedy tyto dva body pro fasi V jsou nejvýhodnější ke kombinaci kontaktních pozorování. Na každém z rovnoběžných kruhů majících body B a C za póly a jichž rovník prochází bodem A, bude průmět ten konstantní; tím vymezena soustava rovnoběžných kruhů a pro pozorování jedné a téže fase nutno voliti takové stanice, které leží na rovnoběžkách co možno od sebe vzdálených. Soustava těchto rovnoběžek se však rotací zemskou stále mění a pro každou fasi lze ji stanoviti na globu, známe-li, jak se vlivem rotace mění poloha bodu A, tedy i poloha bodů B a C. V prvé polovici úkazu budou jednotlivé fase z bodů B nejdříve, z bodů C nejpozději viditelny, v druhé polovici naopak, a možno tedy mluviti o pólech největšího zrychlení neb zpoždění vzhledem k určité fasi.

Methoda Halleyova. Rozdíl $p - \pi_0$ na kotouči slunečním přímo měřiti není možná, ježto plocha sluneční neposkytuje žádných bodů. Dle *Halleye* pozorujeme tedy *čas* vstoupení a vystoupení Venuše na kotouč resp. z kotouče slunečního na různých stanicích, t. j. stanovíme parallaxu z *doby přechodu.* Myšlenku tu pojal *Halley* roku 1677 při pozorování přechodu Merkura a vyložil ji v pojednáních: „De visibili coniunctione inferiorum planetarum cum Sole“ a „Methodus singularis, qua Solis parallaxis ope Veneris infra Solem conspiciendae tuto determinari poterit“, kde podává současně pokyny pro vhodnou volbu pozorovacích míst.

Při řešení úlohy přidržíme se způsobu *Lagrangeova* v „Mémoire sur le passage de Venus du 3 Juin 1769“ vyloženého a později *Enckem* v „Über die Vorausberechnung der Planetendurchgänge“ (Berliner Jahrbuch 1842) a *Oppolzerem* v „Über den Venusdurchgang des Jahres 1874 (Wien 1873)“ rozšířeného, který dle dřívějšího vysvětlení na globu počítá doby fasí pro střed zemský a pak na ně vyšetřuje parallaktický vliv.

Pomocí tabulek astronomických určíme efemeridu míst

Venuše (a, d) a slunce (A, D) v mezidobě, ve které úkaz má nastati, postupujíce při tom na př. po 12ti hodinách a čítajíce čas střední od některého hlavního poledníku; je-li čas hvězdný tohoto poledníku Θ_0, bude čas hvězdný Θ místa pozorovacího $\Theta = \Theta_0 + \lambda$, kde λ značí na východ od voleného poledníku



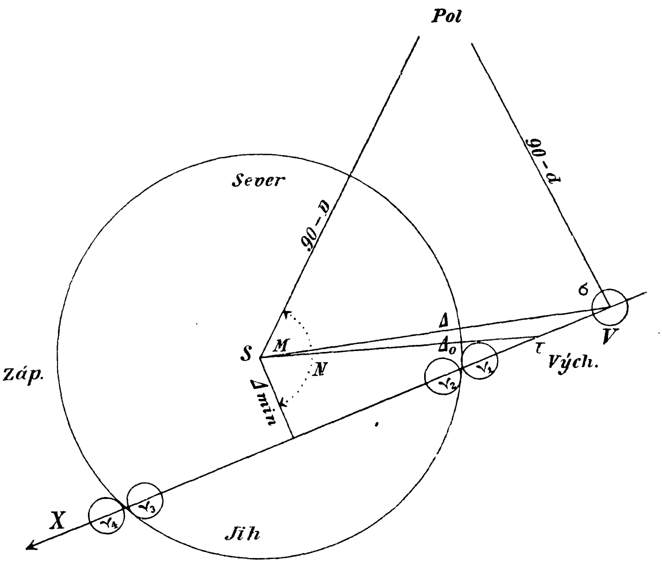
Obr. 6.

kladně čítaný rozdíl zeměpisných délek. Jsme tedy s to stanoviti si tabulku

α) Čas střední, po 12ti hod.	A,	D,	a,	d,	R,	r,	π,	p
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.								.

Při výpočtu poloměru Slunce R a Venuše r volíme za parallaxy π a p přibližně známé již hodnoty. Z tabulky na první pohled seznáme, v které asi době úkaz nastane, a pak v mezích úkazu rozšíříme ji od hodiny k hodině. Takto rozšířenou tabulku budeme zváti tabulkou α.

Ježto v dolní konjunkci jsou Slunce a Venuše na téže straně pozorovatele, bude postup Venuše, která vůči zemi má větší rychlost v dráze, přes kotouč sluneční od východu k západu; následkem toho v prvé polovici úkazu bude $a > A$, ve druhé $a < A$. V čase středním T voleného hlavního poledníku budiž Venuše v bodě V (obr. 7.), blízkém dolní konjunkci;



Obr. 7.

$\varDelta$ budiž geocentrická distance středů Slunce S a Venuše V, M posiční úhel kladně čítaný ve směru od severu přes východ a jih k západu, VX průmět dráhy Venuše a současně směr pohybu. Patrno, že celý úkaz mohl by se považovati za rovinný, poněvadž však postup a výsledky zůstanou stejné, přidržíme se skutečnosti. Ze sférického trojúhelníku mezi pólem, S a V plyne dle věty sinové a složené

$$\sin \varDelta \sin M = \cos d \sin (a - A)$$

$$\sin \varDelta \cos M = \sin d \cos D - \cos d \sin D \cos (a - A), \qquad (38)$$

a protože $\varDelta$ a $(a - A)$ budou vždy veličiny malé, stačí k výpočtu $\varDelta$ a M psáti

$$\varDelta \sin M = (a - A) \cos d$$

$$\varDelta \cos M = (d - D) + \cos d \sin D (a - A)^2 \frac{\sin 1''}{2} \qquad (39)$$

Z těchto rovnic stanovíme pomocí tabulky α) efemeridu pro Δ a M od minuty k minutě a označíme ji β).

(Pokračování.)

Věstník literární.

Recense knih.

Dr. *Boh. Bydžovský*: **Arithmetika pro VI. a VII. třídu gymnasií a reálných gymnasií.** V Praze 1911. Nákladem Jednoty českých mathematiků. 156 str. s 24 obr. Cena váz. K 2·50. (Schváleno vyn. c. k. min. kultu a vyučování 27. února 1911 č. 6903.)

Dr. *Boh. Bydžovský*: **Arithmetika pro V. až VII. třídu škol reálných.** V Praze 1911. Nákladem Jednoty českých mathematiků. 196 str. s 31 obr. Cena váz K 3·—. (Schváleno vyn. c. k. min. kultu a vyučování 16. března 1911 č. 8667.)

První z těchto učebnic počíná stručným úvodem o číslech irracionálních; jest to doplněk nauky o mocninách a odmocninách, která tvoří poslední část učebnice od téhož auktora pro IV. a V. třídu gymnasií.*) Existence irracionálních čísel uvádí se tu jako samozřejmý důsledek z geometrického názoru.

Další obsah knihy jest rozdělen na osm částí. I. část jedná o logarithmech. K arithmetickému výkladu dekadických logarithmů jest připojen diagram exponenciální a logarithmické křivky. Užívání tabulek čtyřmístných i pětimístných a počítání s logarithmy jest obšírně vyloženo; pochopení interpolace v tabulkách bude žákům jistě usnadněno obrazcem na str. 9., jenž představuje oblouk logarithmické křivky s krajními abscissami 1·2 a 1·3. V následujícím odstavci o sestrojení tabulek logarithmických jest vysvětlena Longova methoda. Stručná zmínka jest věnována logarithmům o obecném základě; na rovnice exponenciální a logarithmické jest uvedeno několik jednoduchých příkladů.

II. část jedná o kvadratických rovnicích; napřed jsou řešeny rovnice ryze kvadratické a rovnice bez absolutního členu, pak rovnice úplná. Po odstavci o usměrňování zlomků následují úlohy 2. stupně, zavádí se pojem kořenových činitelů a vyšetřuje se závislost kořenů na koefficientech. Z diagramů speciálních kvadratických funkcí jsou odvozeny pojmy kořenu dvojnásobného a nekonečně velikého. Diskussí kvadratických úloh do-

*) Viz recensi v XL. ročníku Časopisu na str. 488.